

論文内容の要旨

博士論文題目 Studies on Intra-domain Routing Instability
(ドメイン内経路の不安定性に関する研究)

氏名 張 舒

論文内容の要旨

現在、インターネットの信頼性を損なう問題の一つとして経路の不安定性がある。経路の不安定性とは、何らかのネットワーク障害が原因で頻繁に経路が変更し、または消滅する現象を指す。これによりパケット破棄、ルーティングループが発生し、さらにルータの負荷が増加し、ネットワークの信頼性が著しく低下し問題となる。インターネットが将来の人間社会において主な通信手段になると予想されているだけに、このようにインターネットの基盤を直接に影響する問題の実態を解明し、対策を講じることが重要である。

本論文ではまず日本国内最大な学術ネットワークである WIDE Internet における経路の不安定性の調査結果を示す。WIDE Internet のバックボーンで経路制御に使われている経路制御プロトコル OSPF のデータを二年間に渡って収集し、データの解析を通じ、WIDE Internet において経路の不安定性の発生頻度を定量的に評価し、その不安定性を起こす原因について分析する。これにより、エンドユーザが普段ほとんど気づいていないにも関わらず、経路の不安定性が日常的に生じていることを示す。また、経路の不安定性が頻繁かつ持続に起きている場合、経路情報のインスタンスの数が限られていることも示す。それによって全体的でみたネットワークのトポロジの数も限られていることがわかった。

経路の不安定性が頻繁に起こりうる以上、その悪影響を最小限に抑える必要がある。本論文の後半ではキャッシュ型最短木によって、経路の不安定性による悪影響を最小限に抑える Cached Shortest-path Tree (CST) 手法を提案する。CST の基本的な考え方は、ルーティングが不安定な状態において、頻繁に出現するネットワークトポロジおよびその最短木をキャッシュし、ネットワークトポロジがキャッシュされたものと同一になった時、保存された最短木を使って経路表作成時間を短縮することである。これによって経路の収束時間を短縮することできる上、計算負荷の大きい Dijkstra アルゴリズムの実行回数を大幅に削減できる。CST は上記の調査で得られた、経路が不安定の場合、全体的でみるネットワークトポロジの数が限られているという調査結果に基づいている。WIDE Internet で計測した経路制御情報の履歴データを用いたシミュレーション評価により、CST の有効性を明らかにする。

論文審査結果の要旨

申請者氏名： 張 舒

経路の不安定性とは、何らかのネットワーク障害が原因で頻繁に経路が変更し、または消滅する現象を指す。これによりパケット破棄、ルーティングループなどの現象が発生し、ネットワークの信頼性が著しく損なわれる。申請者はこの問題に注目し、現在経路の不安定性がネットワークにおいてどのくらい起きているか、そしてそれが頻繁におきた場合その悪影響を抑止する手法に重点をおいて研究を行った。

申請者は WIDE Internet において二年間にわたって経路制御プロトコルである OSPF のデータを収集し、その解析によって OSPF LSA の振動を定量的に統計した。その結果として、現在エンドユーザが普段ほとんど気づいていないにも関わらず、経路の不安定性が日常的に生じていることを示した。これらの不安定性を生じさせた要因として、ネットワーク輻輳、設定ミス、ソフトウェアのバグなどが挙げられている。ドメイン内経路不安定性に関する研究が少ないなかで、このような調査は貴重である。

また、申請者はドメイン内に経路の不安定性が頻繁に起きている場合、ネットワーク全体的にみたトポロジの数が限られている特徴に注目し、良く現れるトポロジとその最短木をキャッシュすることによって、経路の収束時間を短縮するキャッシュ型最短木手法 (CST) を提案した。これにより、ネットワークトポロジがキャッシュされたものに変わった場合、ルータはスクラッチから最短木を計算するかわりに、キャッシュされたトポロジの最短木を使い、経路表を素早く構築することが可能となる。またこの手法は冗長な最短木計算を減らすことができるので、ルータの負荷を下げる効果もある。そして申請者は CST を効率的に実装するために注意しなければいけない問題についても議論した。

本論文の最後に、申請者はシミュレーションによって CST の有効性を示した。申請者は CST を使った場合の最短木の計算回数、経路収束時間、キャッシュの数が CST の効果に与える影響および CST が必要とするメモリの量について評価し、CST は大変有効であることを示した。

以上述べたように、申請者はドメイン内経路の不安定性という問題への学術的な貢献は少なくない。平成 15 年 1 月 8 日と平成 15 年 2 月 17 日にそれぞれ行った公聴会と最終審査の結果も参考にして、本博士論文の審査を行い、本論文は博士論文 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと判定した。